

# Un engrais tiré de la bibliothèque



Markus Boller, ingénieur, dirige le département de Gestion des eaux urbaines; professeur titulaire à l'EPF de Zurich dans le domaine de l'approvisionnement en eau et des technologies de l'eau

La fabrication d'un fertilisant sans danger à partir des urines est une grande nouveauté. De premiers essais sont actuellement en cours de réalisation à partir de la bibliothèque cantonale de Bâle-Campagne à Liestal, entièrement équipée de WC NoMix. Les urines qui y sont collectées sont traitées pour être transformées en engrais liquide. Mais avant que ce produit fertilisant puisse être utilisé, un certain nombre d'obstacles doivent encore être surmontés. Les projets pilotes réalisés dans les autres pays se trouvent confrontés aux mêmes types de problèmes.

Un des objectifs de la séparation des urines est la restitution à l'agriculture des éléments nutritifs principaux, azote, phosphore et potassium qu'elles contiennent. Ces substances nutritives excrétées par l'être humain proviennent des denrées alimentaires. L'amenuisement progressif des ressources en nutriments – notamment en phosphore dont les réserves naturelles seront épuisées dans 50 à 100 ans au rythme actuel d'extraction – impose désormais une gestion durable des éléments fertilisants. Au lieu de continuer à disperser les nutriments pourtant si précieux dans les eaux, les airs et les boues par le biais des stations d'épuration pour les y «perdre» irrémédiablement, il s'agit maintenant de progresser vers un recyclage aussi complet que possible de ces éléments fertilisants à la manière des pratiques ancestrales de valorisation des excréments animales. Mais de nombreux obstacles se dressent sur la voie d'un tel progrès. En effet, il faut tout d'abord que cette idée de recyclage fasse son chemin et finisse par s'imposer aussi bien sur le plan politique et économique que technique et écologique avant de pouvoir être appliquée avec succès dans la pratique.

**Un fertilisant à base d'urine doit être exempt de micropolluants.** Nos études ont montré que la population était plutôt ouverte à la technologie NoMix. Dans sa majorité, elle affirme pouvoir s'accommoder de toilettes séparatrices [1] et les agriculteurs suisses ne sont pas opposés à l'utilisation d'un engrais à base d'urine [2] (cf. article de Judit Lienert, p. 8). La condition posée est cependant que le fertilisant proposé soit efficace, bon marché, sans risque sanitaire et exempt de micropolluants organiques tels que les résidus médicamenteux et les hormones. De fortes exigences ont également été exprimées par les autorités chargées de l'agriculture. Non content de prouver son efficacité de fertilisation, l'engrais à base d'urine doit subir une procédure d'autorisation prévoyant notamment des essais de laboratoire destinés à démontrer l'absence de contamination par les micropolluants. L'expérience acquise dans le cadre des débats sur la valorisation agricole des boues d'épuration nous a enseigné

qu'une utilisation d'urine non traitée serait absolument impensable en Suisse. L'extraction des substances indésirables constitue donc une première étape indispensable, même si le traitement et la transformation des urines s'en trouvent techniquement très alourdis.

**Traitement et transformation des urines: un terrain vierge sur le plan de la technique des procédés.** Pour engager le processus d'autorisation et pour démontrer qu'il était techniquement possible de produire un engrais sans danger à partir des urines, l'Eawag a lancé un projet pilote de traitement des urines sur le site de la station de traitement des eaux polluées (STEP) Birs I à Birsfelden, dans le canton de Bâle-Campagne. A l'aide d'une technique de procédé développée à l'Eawag, un engrais liquide y est fabriqué en conditions réelles à partir d'urine. L'urine utilisée provient de la nouvelle bibliothèque cantonale de Liestal qui a pu être entièrement équipée de toilettes NoMix et d'urinoirs sans

Le nouveau produit à base d'urine «Urevit» est-il un bon engrais? L'intensité du vert des feuilles (ici de maïs d'ensilage) est l'un des critères d'évaluation employés.

Martin Koller, FiBL



| Lieu                                    | Nombre de toilettes NoMix | Nombre d'urinoirs sans eau | Quantité d'urine produite (l/semaine) | Capacité des réservoirs de collecte (m <sup>3</sup> ) | Traitement des urines                                          | Devenir, utilisation, valorisation                             |
|-----------------------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
| GTZ Eschborn D                          | 56                        | 25                         | 8000                                  | 10                                                    | Précipitation de struvite, stripping de NH <sub>3</sub>        | Tests d'efficacité, essais de plein champ                      |
| Huber D                                 | 13                        | 10                         | 550                                   | 0,9                                                   | Précipitation de struvite, précipitation de sulfate d'ammonium | Fertilisation de cultures                                      |
| Lambertsmühle D                         | 4                         | 2                          | 60                                    | 4                                                     | Aucun                                                          | Agriculture                                                    |
| Linz A<br>Logements<br>Ecole            | 88<br>18                  | 12                         | env. 2500<br>env. 1500                | 16<br>6                                               | Aucun                                                          | Réseau d'assainissement                                        |
| Gebers S                                | 25                        | 0                          | env. 700                              | 3x3,5                                                 | Stockage de 6 mois                                             | Agriculture                                                    |
| Understenschöjden S                     | 50                        | 0                          | env. 1000                             |                                                       | Stockage de 6 mois                                             | Agriculture                                                    |
| Bibliothèque cantonale Bâle-Campagne CH | 10                        | 2                          | 100                                   | 1,7                                                   | Electrodialyse, ozonation                                      | Tests d'efficacité                                             |
| Eawag CH                                | 39                        | 7                          | 250                                   | 1 chacun (hommes + femmes)                            | Traitement biologique                                          | Recherche: développement de nouvelles techniques de traitement |

Tab. 1: Projets de séparation des urines au niveau national et international.

eau grâce à l'ouverture d'esprit des politiciens bâlois et des autorités compétentes. Depuis son inauguration en juin 2005, l'urine de près de 4000 visiteurs par semaine y est collectée et mise à la disposition du pilote de la STEP de Birs I pour la fabrication de fertilisant.

Quatre objectifs doivent être poursuivis lors du traitement et de la transformation des urines en fertilisant:

- Concentration des éléments nutritifs azote, phosphore et potassium.
- Elimination des micropolluants organiques tels que les hormones et médicaments.
- Innocuité du produit sur le plan sanitaire.
- Entreposage de l'urine sous la forme stable de solution d'urée ou d'ammonium.

Parmi la multitude de méthodes, pour la plupart assez complexes, que l'on pourrait envisager [3] (voir aussi l'article de Max Maurer, p. 14) le choix a porté sur une électrodialyse suivie d'une ozonation pour le pilote de traitement de l'urine de la STEP de Birs I. Ces deux techniques n'ont jamais été employées dans le domaine de l'assainissement communal. Elles ont été développées dans les laboratoires de l'Eawag jusqu'à atteindre une bonne applicabilité pratique et sont actuellement testées à grande échelle dans le cadre du projet pilote. L'article de Wouter Pronk, p. 20, livre des informations plus détaillées sur la conception et le fonctionnement du pilote de traitement [4]. L'objectif principal de notre projet pilote est de réaliser à partir d'un cas d'étude des instruments techniques utilisables pour fermer les cycles des éléments nutritifs et de montrer aux experts, aux autorités et à la population tout le potentiel qui réside dans la récupération des nutriments à partir des urines. Les résultats obtenus jusqu'à présent sont encourageants et préparent le terrain pour le développement des techniques alternatives dans l'assainissement.

**La séparation des urines à l'étranger.** Les efforts de l'Eawag pour «restaurer» les cycles de nutriments au niveau des communautés urbaines ne constituent pas un cas isolé sur le plan international. En effet, des activités d'un ordre similaire sont également en cours depuis plusieurs années en Suède, en Allemagne, en Autriche et en Hollande (Tab. 1). Parmi elles, plusieurs projets décrits dans la littérature font appel à une technologie de type NoMix. A l'origine, les solutions séparatrices souvent conçues pour les zones rurales ne se souciaient pas de la qualité de l'urine collectée, ce qui en permettait une utilisation aussi simple que directe. Ces temps sont révolus: les micropolluants contenus dans

Tab. 2: Composition de l'urine brute et de l'«Urevit», engrais liquide élaboré dans la station pilote de traitement des urines (premiers résultats).

| Paramètre                                             | Urine brute | Urevit  |
|-------------------------------------------------------|-------------|---------|
| pH                                                    | 8,7         | 9,1     |
| Conductivité (µS)                                     | –           | 150     |
| Carbone organique dissous COD (g/l)                   | 1,2         | 3,0–3,5 |
| Demande chimique en oxygène DCO (g O <sub>2</sub> /l) | 3,6         | 10      |
| Azote total (g/l)                                     | 3,0         | 12      |
| Ammonium (g/l)                                        | 2,9         | 11      |
| Phosphore total (g/l)                                 | 0,18        | 0,65    |
| Potassium (g/l)                                       | 1,4         | 5,7     |
| Magnésium (g/l)                                       | –           | 0,008   |
| Calcium (g/l)                                         | –           | 0,020   |
| Sodium (g/l)                                          | 1,6         | 6,5     |
| Chlorures (g/l)                                       | 3,0         | 15      |
| Sulfates (g/l)                                        | 0,7         | 2,5     |

les urines sont aujourd'hui au cœur des débats. Ainsi, des essais de fertilisation de cultures réalisés récemment avec de l'urine non traitée concentrée appliquée à forte dose ont montré que les substances indésirables s'accumulaient dans le sol et dans les plantes dont elles limitaient même la croissance [5]. Le risque lié aux micropolluants ne doit donc pas être sous-estimé; il occupe actuellement une place centrale dans les efforts de développement de techniques adéquates de stockage et de traitement des urines. Par ailleurs, les recherches se concentrent de plus en plus sur les propriétés fertilisantes des différentes formes de produits obtenues.

Divers projets réalisés en Suède démontrent que les possibilités de réutilisation de l'urine collectée sont décisives pour la motivation de la population à installer et utiliser les toilettes séparatrices. Ainsi, les toilettes de ce type installées dès 1995 dans la ville de Björnsby ont dû être à nouveau remplacées par des toilettes classiques. Des défaillances techniques et l'absence de concept pour une valorisation agricole sans danger des produits de la collecte expliquent cet échec.

**De l'urine au fertilisant.** Le fertilisant «Urevit» produit par le pilote de traitement installé à la STEP de Birs I est une solution nutritive dont les propriétés diffèrent fortement du produit d'origine (Tab. 2). Il présente une concentration quatre fois plus élevée que l'urine en N, P, K et autres minéraux et se caractérise par une absence de micropolluants, de bactéries et de virus de même que par une teneur légèrement moindre en matière organique.

Comme dans la plupart des pays européens, la mise sur le marché d'un engrais à base d'urine est ici aussi soumise à autorisation. L'Ordonnance sur le livre des engrais de 2001 [6] distingue en effet différentes classes de fertilisants: les engrais minéraux simples et composés ou à base d'urée sont considérés comme sans danger et peuvent être mis en circulation sans procédure d'autorisation. Une annonce est par contre obligatoire pour les engrais organiques et les engrais de ferme tels que les purins et les coulages de silos, tandis qu'il est totalement interdit d'utiliser les engrais à base de farine de viande, d'os ou de sang. Pour tous les autres engrais ne figurant pas explicitement sur la liste des engrais, la demande d'homologation passe par une procédure d'autorisation. C'est par exemple le cas des urines humaines et des produits qui en sont dérivés. Dans le cadre de cette procédure, le demandeur doit apporter la preuve de l'innocuité du nouveau produit pour l'homme, la faune et l'environnement, et démontrer que la qualité des denrées alimentaires produites ne s'en trouve pas altérée.

L'Office fédéral de l'agriculture a entre-temps attribué une autorisation provisoire de mise en circulation de l'engrais «Urevit». En parallèle, des démarches ont été engagées pour l'obtention d'une autorisation globale et l'établissement d'un cadre juridique pour les produits fertilisants à base d'urine en général. Les conditions à remplir sont les suivantes:

- Comparaison du potentiel fertilisant avec celui d'engrais classiques dans le cadre d'essais en plein champ (portant également sur les possibilités d'utilisation en agriculture biologique).
- Déclaration et composition chimique du produit.

- Mode d'emploi du produit.
- Preuve de la qualité hygiénique irréprochable du produit.
- Preuve de l'absence de micropolluants (en dessous du seuil de détection).

L'Institut de recherche de l'agriculture biologique (FiBL) basé à Frick a étudié le potentiel de fertilisation de l'Urevit sur le maïs d'ensilage. Les résultats montrent que l'Urevit constitue un engrais tout à fait valable. La croissance obtenue était en effet maximale, que les plantes aient été fertilisées avec de l'Urevit ou avec du nitrate d'ammonium. Dans les deux cas, elle était significativement plus élevée que celle obtenue avec du purin de bovins. Par contre, le rendement de récolte était de 13% plus élevé avec le nitrate d'ammonium. Cette différence est probablement due à une perte d'ammonium à l'air lors de l'application de l'Urevit. Une optimisation des méthodes d'application permettra certainement d'obtenir des rendements comparables à ceux livrés par le nitrate d'ammonium.

**Profiter du temps imparti.** L'étude pilote de traitement et de transformation de l'urine dans le canton de Bâle-Campagne est prévue pour une durée de six ans. Pendant cette période, l'Eawag souhaite développer d'autres techniques de traitement à l'échelle expérimentale. La récupération du phosphore par traitement biologique ou par le biais du phosphate ammoniaco-magnésien (PAM) constituent à cet égard des perspectives prometteuses. Les urines utilisées pour ces expérimentations proviennent du nouveau bâtiment de l'Eawag, le Forum Chriesbach, entièrement équipé, comme la bibliothèque cantonale de Liestal, de toilettes NoMix.

Au niveau international comme national, on peut s'attendre dans les prochaines années à une forte intensification des recherches sur les alternatives de traitement et de gestion des eaux usées et sur les nouvelles techniques de traitement et de transformation des urines. Il s'agit là d'une tendance encourageante, car plus l'expérience s'enrichira dans ce domaine, plus il y aura de chances que les nouveaux concepts et les nouvelles technologies vont trouver une application à grande échelle. ○ ○ ○

- [1] Lienert J., Larsen T.A. (2006): Considering user attitude in early development of environmentally-friendly technology: A case study of NoMix toilets. *Environmental Science & Technology* 40, 4838–4844.
- [2] Lienert J., Haller M., Berner A., Stauffacher M., Larsen T.A. (2003): How farmers in Switzerland perceive fertilizers from recycled anthropogenic nutrients (urine). *Water Science and Technology* 48 (1), 47–56.
- [3] Maurer M., Pronk W., Larsen T.A. (2006): Treatment processes for source separated urine. *Water Research*. 40, 3151–3166.
- [4] Pronk W., Zuleeg S., Lienert J., Boller M. (submitted): Pilot experiments with electrodialysis and ozonation for the production of a fertilizer from urine. *Water Science and Technology*. Accepted for presentation at IWA Advanced Sanitation Conference, Aachen, 12.–13.3.2007.
- [5] Bonner Agrikulturchemische Reihe, Band 21, [www.ipe.uni-bonn.de/BAR/BAR\\_21.pdf](http://www.ipe.uni-bonn.de/BAR/BAR_21.pdf)
- [6] Düngerbuch-Verordnung (28.02.2001). SR-Nummer 916.171.1. [www.admin.ch/ch/d/sr/c916\\_171\\_1.html](http://www.admin.ch/ch/d/sr/c916_171_1.html)